

ОБЗОР СОСТОЯНИЯ РЫНКА АВТОМОБИЛЬНЫХ АМОРТИЗАТОРОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВУ ТРУБ ДЛЯ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

REVIEW OF THE STATUS OF THE MARKET OF AUTOMOTIVE SHOCK ABSORBERS AND TECHNOLOGICAL SUPPORT REQUIREMENTS FOR THE QUALITY OF PIPES FOR THEIR MANUFACTURING

В.Ю. Власов, А.А. Богатов, Е.М. Ильин, Е.Г. Иванова

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург)

ОАО «Первоуральский Новотрубный завод»

vlasov-92@mail.ru

Abstract

It gives information about the leading world producers of automotive shock absorbers, considered design-technological maintenance of requirements of standards for the quality of pipes for their manufacture.

Введение

Автомобили эксплуатируются в самых разных условиях: для передвижения по городу, выезда на природу, спортивных соревнований и для транспортировки различных грузов. Поэтому конструкция амортизаторов, обеспечивающих безопасность и надежность движения автомобиля, во многом зависит от условий эксплуатации автомобиля. На долю амортизаторов приходится более половины всего рынка компонентов подвески. В этом плане российский сегмент рынка сильно отличается от мирового, на котором вторичный рынок амортизаторов очень небольшой. Связано это с качеством наших дорог, и отчасти, с климатическими условиями. В связи с этим производители амортизаторов со всего мира стремятся попасть на российский рынок и закрепиться на нём. Чтобы быть конкурентоспособными в динамично изменяющихся условиях рынка, необходимо повышать качество поверхности труб для амортизаторов, в частности, уменьшать количество дефектов и шероховатость, а также минимизировать допуски.

1. Конструкции автомобильных амортизаторов и основные производители

Автомобильные амортизаторы предназначены для устранения колебаний, при этом оказывают положительное влияние на динамические свойства автомобиля и его управляемость. По конструкции различают однотрубные и двухтрубные амортизаторы. Их также различают по принципу демпфирования нагрузки: гидравлические, гидропневматические и газовые. Однотрубные амортизаторы нашли наибольшее применение на автомобилях различного класса. На рис. 1 представлено схематическое их устройство в режимах сжатия и отбоя.



Рис. 1. Схематическое устройство однотрубного амортизатора

В однотрубных амортизаторах нет внешнего цилиндра, а процесс перетекания жидкости происходит благодаря встроенным клапанам непосредственно на поршне (так называемая система De Carbon). Если кроме жидкости в амортизаторе имеется газ, то он так же находится в верхней части корпуса амортизатора отделенный от жидкости дополнительным свободно плавающим поршнем. Учитывая тот факт, что такой вид амортизаторов не имеет нижних клапанов сжатия, то поршень представляет собой сложную конструкцию с встроенными клапанами сжатия и клапанами отбоя. Иногда наряду с клапанами протачиваются специальные канавки и отверстия. Такие амортизаторы за счет лучшего охлаждения более эффективно удерживают автомобиль на дороге. Кроме этого за счет использования лишь одного цилиндра, при одинаковых габаритах однотрубный амортизатор имеет больший объем по отношению к двухтрубному. А за счет того, что газ

отделен от масла поршнем, такие амортизаторы могут устанавливаться штоком как вверх так и вниз, что позволяет заметно снизить неподрессоренные массы автомобиля. Однако, однотрубные амортизаторы имеют ряд недостатков, прежде всего уязвимость их к механическим повреждениям. Достаточно лишь одной вмятины на корпусе, что бы возникла необходимость менять амортизатор. Из-за повышенного теплообмена с внешней средой однотрубные амортизаторы подвержены влиянию внешней температуры на их характеристики. При высокой температуре давление газа за счет нагрева растет и следовательно подвеска работает жестче, при отрицательных температурах все наоборот. Однако, производители для устранения таких негативных явлений зачастую выносят дополнительную газовую и гидравлическую камеру за пределы цилиндра амортизатора. Это позволяет не только исключить сильную подверженность работы в зависимости от температуры окружающей среды, но и увеличить объем газа и масла в амортизаторе, не меняя его размеров. При этом можно увеличить рабочий ход штока. Некоторые производители для специфических настроек амортизаторов используют в каналах по которым движется масло из дополнительных камеры в цилиндр амортизатора, специальные клапана сжатия, аналогичные по конструкции клапанам в двухтрубных амортизаторах. Это позволяет повысить эффективность работы амортизаторов, а так же делает доступным широкий спектр настроек. Число настроек (режимов работы) может варьироваться от одного до 10. При этом меняются не только жесткость, но и множество других параметров: длина хода штока, скорость перемещения поршня и т.д.

Многие ведущие мировые производители выпускают усовершенствованные амортизаторы, в которых применен «поджим» с помощью газа, находящегося под давлением («Кони», «Сакс», «Монро», «Бильштайн»). Ниже представлены краткие сведения о них. Компания SACHS – это производитель оригинальных автомобильных комплектующих, которые покрывают 80% поставок европейских автопроизводителей. Процесс производства осуществляется на 39 заводах компании по всему миру. История SACHS началась в 1895 году, и уже к концу 30-х годов XX столетия компания стала известна всему миру, как производитель надежных и качественных амортизаторов и сцеплений. Ежегодно с конвейера компании SACHS сходят более полумиллиарда амортизаторов, 150 миллионов сцеплений, и около 4 миллионов преобразователей крутящего момента для всех крупнейших мировых производителей автомобилей, в том числе и для АвтоВАЗа. На сегодняшний день компания обеспечивает 80% потребностей автопроизводителей Европы, является крупнейшим разработчиком амортизаторов и сцеплений для автомобилей Формулы-1, разрабатывает уникальные запчасти к

каждой отдельной марке автомобиля. Кроме того, компания имеет впечатляющие результаты по внедрению новейших технологий в производство и разработку нескольких видов изделий рассчитанных на разные эксплуатационные условия для каждой модели автомобилей. Компания поставляет свою продукцию на сборочные конвейеры SAAB, VW, BMW, Volvo, Audi.

Топливная компания Konі выпускает амортизаторы экстра-класса. Они очень популярны, особенно среди автогонщиков, благодаря возможности регулировки жесткости. Амортизаторы компании KONI не являются продуктом массового производства. Ворота заводов с амортизаторами этой марки покидают лишь эксклюзивные и дорогие автомобили. Такое признание было достигнуто благодаря тому, что характеристики амортизаторов KONI идеально соответствуют области их применения, независимо от того где они установлены: на болиде Формулы-1, или на железнодорожном локомотиве, на мотоцикле, или на тяжелом грузовике. Предметом гордости компании является одна из наиболее ответственных деталей амортизатора – шток. Используя лишь современное оборудование и передовые технологии, он производится с минимальными допусками по классу точности и шероховатости. Еще одной отличительной чертой амортизаторов KONI стала возможность регулирования усилия отбоя. Такой нюанс, стал необходим при индивидуальном подходе к настройке подвески автомобилей, особенно выпускающихся в небольших количествах. Эту характеристику отлично подметили тюнинговые ателье, многие из которых отдают предпочтение именно продукции компании KONI.

Monroe – крупный бельгийский поставщик амортизаторов на вторичный рынок. Несколько лет назад компания начала поставлять свою продукцию и на сборочные конвейеры некоторых заводов Volkswagen Group, Volvo, Porsche. В 1916 году, когда машины ездили еще на рессорах, не редкостью было увидеть на обочине водителей, которые чинили спущенные колеса сами. Именно тогда, у молодого механика и предпринимателя Августа Ф. Майера появилась идея о создании насоса для накачивания шин. Добившись у торговой палаты штата Мичиган два акра земли в центре города и 500 долларов стартового капитала Майер учредил предприятие Brisk Blast Manufacturing Company в городке Монро. Уже совсем скоро бизнес пошел по возрастающей и Майером была выкуплена компания St. Louis в Миссури. Проведя их слияние, Brisk Blast стала крупнейшим производителем насосов для колес. Обороты достигли 5000 насосов в неделю, и предприимчивого юношу заметил дилер Dodge Чарльз Самнер Макинтайер. В 1918 году они стали партнерами. Ровно через год, в 1919 году Brisk Blast была переименована в The MONROE Automobile Equipment Manufacturing Company. И с этого

момента, компания начала расширять свои горизонты. В начале 20-х годов специалисты MONROE предложили новую технологию, которая была направлена на сглаживание езды водителями. В 1929 был изобретен амортизатор двойного действия, а в 1938 MONROE выпустила первый амортизатор для пассажирских железнодорожных машин. В 1951 году компания получила всеобщее признание – ее амортизаторы Monro-Matic признали самыми известными в мире. 1964 год ознаменовался выходом MONROE на европейский рынок – в Бельгии открылся завод St. Truiden, а в 1974 году были выкуплены крупнейший игрок на рынке амортизаторов Испании – компания Unamuno, S.A. и бразильский производитель MAP Auto Pecas S.A. Уже через три года MONROE стала частью Tenneco Inc., что открыло для компании новые возможности и перспективы. Далее было поглощение W.H. Wylie Company, которую переименовали в MONROE Australia, PTY и Rancho Industries, Inc. На сегодняшний день MONROE производит около 60 миллионов амортизаторов в год, в более чем 120 странах, что дает право ей называться мировым лидером. Четверть мирового рынка амортизаторов носят логотип MONROE.

Bilstein – немецкий производитель амортизаторов. Присутствуют в основном на рынке газовых амортизаторов, которые предназначены для спортивных автомобилей и их прототипов. Устанавливаются на Porsche, Boxter, MB, Ferrari, BMW. В настоящее время компания BILSTEIN является символом германской автопромышленности. За громким именем BILSTEIN стоит более столетия истории эволюции немецкой промышленности. Преданность делу и богатейший опыт дают возможность компании выпускать продукцию, качество которой является одним из лучших в мире. Созданная в 1873 году, вначале компания BILSTEIN занималась выпуском оконной арматуры. В 20-х годах XX века, следуя активному развитию автопромышленности, BILSTEIN расширила поле деятельности и начала выпускать аксессуары и детали к автомобилям – домкраты и хромированные бампера. 1954 год ознаменовался событием, которое прославilo имя BILSTEIN. Впервые в мире инженеры компании предложили устанавливать на автомобили однотрубные амортизаторы, которые были сконструированы на основе разработок французского профессора Де Карбонэ. Амортизаторы Карбонэ имели гораздо больший срок эксплуатации по сравнению с обычными амортизаторами. И уже через три года, BILSTEIN заключила договор с Мерседес на поставку продукции на их конвейер. Сегодня, спустя несколько десятилетий, довольно сложные по своей конструкции системы подвесок, которые выпускаются на заводах BILSTEIN с использованием современных средств электроники для машин марок PORSCHE, MASERATI, FERRARI, MERCEDES, JAGUAR и многих других, являются настоящим произведением искусства.

Газонаполненные амортизаторы производит фирма Плаза в Санкт-Петербурге – единственный российский серийный производитель однотрубных газовых амортизаторов, как для отечественных автомобилей, так и для иномарок. Созданное в 1992 году предприятие сосредоточило свою деятельность на производстве и оптовой продаже гидропневматических амортизаторов Плаза, как в России, так и за ее пределами (преимущественно страны СНГ). С 1998 года амортизаторы изготовленные на ЗАО «СПАЗ «Плаза» стали устанавливаться на машинах шести крупнейших отечественных автопроизводителей. Эти комплектующие стали оригинальными запчастями для автомобилей УАЗ, ГАЗ, УралАЗ, КамАЗ, снегоходов «Тайга» и мотоциклов «Урал». Каталог продукции компании «Плаза» на сегодняшний день включает 960 артикулов запчастей, которые разделены на шесть серий: «Стандарт», «X-Drive», «Extreme», «Sport», «TROPHY» и «Profi», для большинства российских легковых автомобилей и малотоннажных грузовиков. Рассмотрим каждую серию в отдельности. Модификация амортизаторов «Стандарт» гарантируют повышенную устойчивость автомобиля при движении на любых скоростях, при прохождении поворотов и резких торможениях. Амортизатор этой серии эффективно гасит колебания любой частоты, тем самым сохраняя подвеску даже в условиях плохих дорог, и сохраняют высокие показатели безопасности Вашего автомобиля. «X-Drive» рекомендуются водителям, предпочитающим активный стиль вождения в совокупности с повышенными требованиями к безопасности езды. Эти амортизаторы позволяют легко маневрировать в городском потоке и уверенно управлять автомобилем на скоростном шоссе. Амортизаторы этой модели хорошо подойдут для иномарок с типом подвески Макферсон. «X-Drive» имеют "повышенную готовность" к движению при температуре окружающей среды до -50°C. Это амортизаторы для тех, кто активно эксплуатирует автомобиль в условиях холодного российского климата. «Extreme» разработаны специально для водителей с агрессивным стилем вождения и повышенными требованиями к безопасности в экстремальных ситуациях. Эти амортизаторы имеют более жесткий (на 30%) характер демпфирования колебаний подвески по сравнению с базовым исполнением. Комплект этих амортизаторов позволяет получить максимум удовольствия от управления автомобилем на высокой скорости. Линейка «Sport» отличается усиленной жесткостью (на 50-80% в сравнении с базовой модификацией). Эта модификация рекомендуется водителям с ярко выраженным спортивным стилем вождения и повышенными требованиями к устойчивости автомобиля на дороге. Амортизаторы отличает существенно усиленная жесткость и мгновенная реакция на неровности дорожного полотна. «TROPHY» – продукт, созданный специально для

внедорожников. Конструкция такого амортизатора уникальна: сверхпрочный хромированный шток, дважды спаянные проушины, предотвращающие угрозу их отрыва, и упругие элементы повышенной жесткости. «TROPHY» изначально обладает профессиональными настройками по усилиям, что позволяет выдерживать экстремальные нагрузки автомобиля. Технические характеристики амортизаторов и их комплектация для «Profi» выполняются по индивидуальным требованиям заказчика. Амортизаторы используются профессиональными спортсменами в кольцевых и раллийных соревнованиях и уже успели зарекомендовать себя, как один из залогов успешных результатов на трассе.

Существуют различные конструкции газовых амортизаторов с аккумулятором давления, в которых основной объем газа сосредоточен в отдельной емкости. Этот резервуар сообщается с рабочим объемом амортизатора специальным шлангом или трубкой.

Причина выхода из строя амортизаторов связаны с утечкой жидкости, либо механическими поломками деталей амортизаторов: повреждение уплотнений штока, загрязнение или коррозия самого штока, а также невысокое качество уплотнений, механические поломки пружин, упругих шайб, дисков клапанов, поршневых колец и т. п.

Двухтрубные амортизаторы

Традиционно на отечественных и многих зарубежных автомобилях применяют гидравлические двухтрубные амортизаторы. Схема такого амортизатора показана на рис. 2. Основные детали — рабочий цилиндр 2, по которому при колебаниях автомобиля перемещается поршень 4 с клапаном отбоя (отдачи), закрепленный на штоке 5. В нижней части рабочего цилиндра находится узел 1 — клапан сжатия. Рабочий цилиндр 2 установлен соосно в цилиндре большего диаметра 3 — резервуаре. Здесь находятся определенные объемы специальной жидкости и воздуха, необходимые для работы амортизатора. Сверху конструкцию объединяет уплотняющий узел 6. Кожух или чехол 7 может быть металлическим, пластиковым, резиновым и т. д. При работе такого амортизатора через его «гидроузлы» происходит перекачка жидкости из объема над поршнем в объем под ним и обратно. Пути движения жидкости и сопротивление этому движению организованы с помощью клапанов так, что достигаются требуемые усилия ходов сжатия и отбоя.

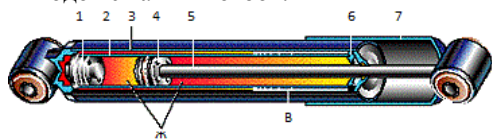


Рис. 2. Схема гидравлического двухтрубного амортизатора: 1- клапан сжатия; 2 — рабочий цилиндр; 3 — цилиндр резервуара; 4 — поршень и клапан отбоя; 5 — шток; 6 — уплотняющий и

направляющий узел штока; 7 — кожух; Ж — жидкость; В — воздух.

Основным преимуществом двухтрубных амортизаторов является их сравнительно невысокая стоимость, благодаря чему ими укомплектованы большинство серийных автомобилей. Также можно отметить малую длину амортизаторов, нечувствительность к внешним повреждениям и высокие показатели плавности хода, которые достигаются за счет более мягкого демпфирования благодаря двум системам клапанов.

Зачем нужен резервуар? Вообразим, например, ход сжатия: поршень движется вниз, при этом часть жидкости перепускается через его клапан, а другая должна быть вытеснена, так как некоторый объем штока занимает ее место. Излишек через клапан сжатия вытесняется в резервуар, несколько «поджав» в нем воздух.

Недостаток двухтрубной конструкции амортизатора состоит в наличии резервуара: он охватывает рабочий цилиндр и усложняет охлаждение последнего. Между тем, гашение колебаний сводится к тому, что их механическую энергию амортизатор преобразует в тепло, и это тепло нужно куда-то отвести и препятствовать этому процессу не стоит: чем выше температура жидкости в рабочем цилиндре, тем ниже вязкость. Из-за этого снижаются усилия сжатия и отбоя. Но если первое, в основном, суммируется с усилием пружин подвески, то второе играет главную роль при гашении колебаний автомобиля. Малое усилие отбоя в одних случаях оборачивается раскачиванием автомобиля как целого (на плавных, волнообразных неровностях дороги), в других — возникновением сильных вертикальных колебаний подвески с «отскакиванием» колес от покрытия. И тогда устойчивость, управляемость, тормозные свойства автомобиля на сколько-нибудь неровной дороге становятся неудовлетворительными.

К тому же в амортизаторах этого типа даже специально подобранная маловспенивающаяся жидкость (масло) при больших скоростях колебаний (пропорциональных произведению хода на частоту колебаний) порой вспенивается. Причина в том, что жидкость проходит через зазоры в клапанах, каналы, сверления с очень большими скоростями и при пониженных давлениях, в результате чего возникает кавитация (образование пузырьков разрежения). Этому способствует и повышение температуры амортизатора при интенсивной работе. Известно, что кавитация разрушает детали самых различных машин, агрегатов, узлов. В нашем же случае есть и другая беда: миллионы микроскопических пузырьков, сливаясь вместе, попадают в клапаны амортизатора, препятствуя его нормальной работе — сопротивление «пены» во много раз меньше сопротивления неразрывного объема жидкости. Амортизатор перестает гасить колебания. Это одна из причин того, что некоторые амортизаторы, вполне приемлемые для езды с комфортом по

обычным дорогам, для автоспорта совершенно непригодны.

Есть разновидность двухтрубного амортизатора, в резервуар которого вместо воздуха закачан газ (например, азот) под некоторым избыточным давлением. Это несколько расширяет диапазон рабочих режимов амортизатора, так как сжатый газ, выполняя роль «аккумулятора давления», поджимает жидкость, препятствуя ее вспениванию. Узнать такой амортизатор легко по поведению штока — последний под давлением изнутри упрямо выдвигается наружу, стоит лишь его освободить. Правда, это усилие невелико (до нескольких килограммов), поэтому сопротивление

хода сжатия в основном создается клапаном сжатия в доньшке рабочего цилиндра при прохождении через него вытесненной штоком жидкости.

2. Технологическое обеспечение качества труб для автомобильных амортизаторов

Технические характеристики амортизаторов во многом зависят от качества труб, используемых для их изготовления. В цехе №15 ОАО «ПНТЗ» производят высококачественные трубы для автомобильных амортизаторов. Сортамент труб и требования нормативно-технической документации представлены в табл. 1.

Таблица 1

ТУ 14-159-263-2005 и ТУ 14-159-292-2005

Размеры труо			Предельные отклонения по			Марка стали
Наружный диаметр	Внутренний диаметр	Толщина стенки	Наружному диаметру	Внутреннему диаметру	Толщине стенки	
Трубы для цилиндров амортизаторов						
—	16	1,5	—	±0,050	±0,150	10,10пс, 20
—	20	1	—	0,0500,000	±0,075	10,10пс
—	22	1	—	0,0500,000	±0,100	10,10пс, 20
—	23,6	2,5	—	±0,025	±0,100	10,10пс
—	24	2	—	0,0800,000	±0,100	10,10пс
—	24	2	—	0,050–0,100	±0,100	10, 20
—	25,6	1	—	±0,025	±0,100	10, 20
—	27	1	—	±0,025	±0,100	10,10пс, 20
—	27	1,5	—	±0,025	±0,100	10,10пс, 20
31,9	28,5	—	0,000–0,100	0,030–0,020	—	10,10пс, 20
—	30	1	—	±0,026	±0,100	10,10пс, 20
—	30	1,5	—	±0,026	±0,100	10,10пс, 20
—	32	1,5	—	0,060	±0,150	10,10пс, 20
—	35	1,5	—	0,0500,000	±0,100	10,10пс, 20
—	35	1,5	—	±0,050	±0,150	10,10пс, 20
—	35	1,6	—	±0,050	±0,160	10,10пс, 20
—	35	1,6	—	0,0500,000	±0,100	10,10пс, 20
38,2	35	—	0,000–0,100	0,030–0,020	—	10,10пс, 20
38	35	—	–0,050–0,150	0,0500,000	—	10,10пс, 20
42	38	—	±0,100	0,0500,000	—	10,10пс, 20

—	40	1,8	—	0,0500,000	±0,150	10,10пс, 20
—	40	1,8	—	±0,050	±0,180	10,10пс, 20
44	41,4	—	0,000–0,100	0,000–0,050	—	10,10пс, 20
45	41,4	—	0,000–0,100	0,000–0,050	—	10,10пс, 20
45	41	—	0,200–0,150	0,0500,000	—	10,10пс, 20
—	45	2	—	±0,030	±0,150	10,10пс, 20
—	47	1,5	—	±0,080	±0,100	10,10пс, 20
—	50	2,5	—	0,060	±0,200	08пс, 10, 10пс, 20
—	38,5	1,0	—	+0,150 –0,000	±0,100	08пс, 10 10пс, 20
—	38,5	1,2	—	+0,150 –0,020	±0,100	08пс, 10, 10пс, 20)
—	38,5	1,5	—	+0,150 –0,000	±0,100	08пс, 10, 10пс, 20
38,2	35,0	—	+0,000 –0,100	+0,030 –0,020	—	10,10пс, 20
43,5	41,4	—	+0,000 –0,100	+0,000 –0,050	—	10, 10пс, 20
44,0	41,4	—	+0,000 –0,100	+0,000 –0,050	—	10, 10пс
45,0	—	1,0	±0,200	—	±0,100	10, 10пс, 20
45,0	42,0	—	±0,150	±0,150	—	08пс, 10, 10пс, 20
45,0	41,4	—	+0,000 –0,100	+0,000 –0,050	—	10, 10пс, 20
	46,5	1,1	—	±0,150	±0,100	10, 10пс
52,0	47,0	—	±0,150	±0,150	—	10, 10пс, 20
—	47,0	2,5	—	±0,150	±0,150	10, 10пс, 20

В соответствии с указанными техническими условиями на внутренней поверхности труб не допускаются трещины, рванины, раковины, закаты и риски, а шероховатость поверхности должна быть не более Ra= 0,32 мкм. Сварные швы должны быть

подвергнуты 100%-ному контролю сплошности неразрушающими методами. Механические свойства металла труб должны соответствовать нормам, указанным в табл. 2

Таблица 2

Механические свойства

Размеры труб	Марка стали	Состояние поставки	Механические свойства			Твердость, HRB
			Временное сопротивление, Н/мм (кгс/мм)	Предел текучести (кгс/мм)	Относительное удлинение, %	
31,9 хвн28,5	10, 10пс, 20	Без термообработки	max 490(50)	max 392(40)	max 5	76-96

Шероховатость наружной и внутренней поверхности труб по параметру Ra должна соответствовать нормам, приведенным в табл. 3

Таблица 3

Шероховатость наружной и внутренней поверхности труб

Размеры труб, мм	Шероховатость внутренней поверхности Ra, (мкм), не более	Шероховатость наружной поверхности Ra, (мкм), не более
31,9хвн28.5	0,32	0,80

Консервация труб должна обеспечивать их сохранность от коррозии при транспортировке и хранении. Слой консервационной смазки должен быть тонким, позволяющим производить обработку на станках-автоматах без расконсервации.

Консервационный слой должен легко удаляться щелочным раствором при температуре 60 °С.

Трубы должны быть прочно увязаны в пакеты диаметром не более 500 мм, и упакованы в парафинированную бумагу по ГОСТ 9569, а затем в двухслойную водонепроницаемую бумагу по ГОСТ 8828 и деревянные обрешетки.

Технология изготовления труб

При производстве труб для амортизаторов исходной заготовкой является холоднокатаный рулонный прокат. Холоднокатаный лист после проверки удостоверяющих качество заготовки сопроводительных документов, в том числе, уровня загрязненности холоднокатаного металла неметаллическими включениями, который должен быть не более 3,5 балла по ГОСТ 1778, подвергается продольной резке на ширину

заготовки-штрипса, требуемой для производства электросварной трубы.

Изготовление прямошовных сварных труб осуществляется на трубоэлектросварочном агрегате 10-63,5 высокочастотной сварки.

При формовке ленты в непрерывно-формовочном стане не допускается появление на поверхности трубной заготовки рисок, царапин, задигов, вмятин и других дефектов, выводящих размеры труб за предельные значения.

В соответствии с нормативной документацией трубы подвергаются 100%-ному неразрушающему контролю на токовихревом приборе «Дефектомат С».

В процессе сварки кромок трубной заготовки контролируется качество поверхности труб и сварного шва (визуально). Качество сварного шва проверяется испытанием образцов на сплющивание до расстояния между сплющивающими поверхностями не более половины наружного диаметра труб, сварной шов располагать перпендикулярно оси приложения нагрузки. Кроме того, образцы от труб испытываются на раздачу до увеличения наружного диаметра не менее, чем на 1/3. Удовлетворительным результатом испытаний считается отсутствие трещин на испытательных образцах в области шва. Появление трещин на указанных образцах не является браковочным признаком, а служит основанием для настройки стана. Сварная трубная заготовка после обработки торцов, продувки сжатым воздухом, контроля на столе УТК, гидроиспытаний в среде смазочно-охлаждающей жидкости – эмульсии триэтаноламина (4-5% ТЭА, остальное – вода) под давлением не менее 60 атм с выдержкой 5 секунд, набирается в пакеты и поступает в травильное отделение участка производства труб для амортизаторов. Удаление СОЖ со сварной заготовки происходит по следующему циклу химической обработки труб:

- бесшламное обезжиривание в водном растворе тринатрийфосфата, триэтаноламина, поверхностно-активного вещества ОП и воды в течение 15-20 минут;

- промывка в ванне с горячей водой;

- пассивирование в водном растворе РЗ Prevox 6300 IT и воды в течение 2-3 минут;

- сушка в сушиле до полного удаления влаги.

Разрыв между операциями удаления СОЖ и термообработкой должен составлять не более 24 часов. После химической обработки сухая трубная заготовка подлежит нормализации при температуре 920°C в печи радиационного нагрева с роликовым подом и защитной атмосферой. Термообработка включает нагрев трубы до заданной температуры, выдержку для выравнивания температуры по длине и сечению трубы и охлаждение со скоростью, определенной конкретным видом термообработки. После термообработки структура сварного шва и зоны термического влияния труб выравнивается со структурой основного металла, что подтверждают металлографические исследования, а внутренние и

наружная поверхности труб приобретают светло-серебристый цвет. Остывшую в холодильном тамбуре печи с защитной атмосферой до температуры 20-40 °С термообработанную трубную заготовку подвергают правке на косовальковом правильном стане «Бронкс» с шестью валками. Трубы, подлежащие правке, не должны иметь трещин, расплюснутых головок и треснувших концов. Трубы с кривизной, препятствующей задаче в желоб правильного стана, к правке не допускаются. В зависимости от кривизны труб до правки и требуемых параметров качества труб после правки устанавливается скорость правки в пределах от 10 до 90 м/мин. При замятии переднего конца трубы, наличии вмятин или глубоких следов от валков на поверхности труб скорость правки снижается до исчезновения дефектов. Трубы после правки должны быть прямыми на глаз. Далее происходит забивка головок без нагрева на радиально-ковочных машинах АВШ-63. Забивка головок необходима для задачи трубы в волоку при волочении. Забитый конец трубы должен соответствовать следующим требованиям:

- общая длина забиваемы головок 150-180 мм;

- поверхность головки по всей длине должна быть гладкой, не должна иметь заусенец, острых ребер, частиц смещенного металла, стружки;

- переход от головки к трубе должен быть плавным, без острых углов;

- диаметр головки должен быть не менее чем на 3 мм меньше диаметра трубы после волочения. Оси головки должны совпадать с осью трубы. Во избежание получения дефектов головки скорость подачи трубы должна быть в пределах 15-25 мм/с. Трубы с соотношением $D/S \geq 45$ мм забиваются в два прохода.

Трубы с забитыми головками поступают в травильное отделение участка для нанесения реактивной смазки Reactoil 131. Неорганический фосфатный слой предотвращает развитие коррозии после волочения и обеспечивает хорошие условия для волочения. Заготовка погружается в ванну с разогретой до 60-75°C смазку и выдерживается в течении 7-15 минут. Далее пакет заготовки помещается в сушило, где в наклонном положении выдерживается 25-30 минут при температуре 60-70°C для стекания излишней смазки. Обработанная в технологической смазке труба поступает на волочильный стан, где протягивается по заданному маршруту. Волочение труб производят на скорости 8-25 м/мин. Выбор скорости волочения обусловлен стабильностью процесса, характеризующегося отсутствием обрывов, дрожания, налипания металла на волочильный инструмент. Удаление реактивной смазки после волочения на трубах с промежуточным размером, а также с готовым размером $\Phi 16 \times 1,5$ и $\Phi 20 \times 1,0$ мм производят по следующему производственному циклу в травильном отделении:

- бесшламное обезжиривание в водном растворе тринатрийфосфата, триэтаноламина, поверхностно-активного вещества ОП-10 и воды в течение 30 минут и до полного обезжиривания;

- промывка последовательно в ванне с горячей и холодной водой;

- пассивирование в водном растворе РЗ Prevox 6300 IT и воды после промывки в горячей воде в течение 2-3 мин, после промывки в холодной воде – в течении 7-10 мин до полного прогрева труб;

- сушка в сушиле до полного удаления влаги.

Сухие трубы промежуточных размеров, а также готовых размеров вн16х1,5мм; вн20х1,0мм проходят термическую обработку в проходной печи УПТА с защитной атмосферой. После охлаждения трубы подлежат правке, нанесению смазки и волочению. При условии, что протяжка велась на готовый размер, пакет готовых длинномерных труб поступает на поточную линию отделки производства фирм «Майер» и «Картачи». В линию входят 9-ти ковалковый правильный стан, прибор неразрушающего контроля с маркером, линия множественной резки и зачистки торцов труб, столы осмотра и контроля. Труба, поправленная на правильном стане, проходит через агрегат неразрушающего контроля «Дефектомат С», где трубы с дефектами структурного характера отбраковываются, маркируются и выбираются из дальнейшего производства. На линии множественной резки происходит подрезка концов и резка труб на заданную длину. Основными факторами, определяющими качество реза, являются применение качественного режущего инструмента (дисковые фрезы), применение смазочно-охлаждающей жидкости (5% раствор триэтаноламина) и соблюдение режимов резания. Далее происходит зачистка торцов труб от заусенцев после резки установкой щеточной зачистки, продувка сжатым воздухом. По рольгангам труба поступает на столы контроля, где происходит осмотр наружной и внутренней поверхностей труб, оценка точности диаметра и толщины стенки, отбор образцов, определение механических свойств. Шероховатость внутренней поверхности труб контролируют на образцах, используя переносной профилометр MAHR 4PJ в комплекте со встроенным записывающим устройством. Трубы, отбракованные УТК при первичном осмотре, как не соответствующие требованиям нормативных документов, подвергаются волочению и вновь предъявляются на контроль. Для повторной деформации отбираются холоднодеформированные трубы одних размеров, одной марки стали, металлургической плавки, не

соответствующие требованиям нормативных документов по следующим параметрам:

- наружный и внутренний диаметры;

- толщина стенки;

- повышенная шероховатость внутренней поверхности;

- мелкие риски;

- несоответствующая длина.

Метрологическое обеспечение контроля качества и методы испытаний включают:

- визуальный осмотр поверхности труб без использования увеличительных приборов;

- контроль наружного диаметра с помощью микрометра по ГОСТ 6507;

- контроль внутреннего диаметра проводят по обоим концам труб нутромером с индикаторной головкой по ГОСТ 868 на расстоянии не менее 20мм от торца трубы;

- измерение длины труб проводят рулеткой по ГОСТ 7502;

- измерение кривизны труб проводят при помощи поверочной линейки по ГОСТ 8062 и набора щупов по ТУ 2-034-225;

- испытания на растяжение проводят по ГОСТ 10006 на продольном пропорциональном образце в виде полосы или отрезка трубы;

- испытания на твердость металла термообработанных труб со стенкой 1 мм проводят по ГОСТ 22975, остальных труб – по ГОСТ 9013;

- испытание на раздачу проводится по ГОСТ 8694;

- контроль сплошности труб проводится неразрушающим методом.

Готовые трубы сортируются, набираются в круглые или шестигранные пакеты, увязываются стальной лентой «в замок», взвешиваются и далее поступают на участок консервации, где подвергаются обработке в консервационном составе, сушке и упаковке в обрешетку или тару. В дальнейшем пакеты труб складываются на складе цеха для оформления документов до момента отгрузки потребителю.

Список литературы

1. Санкт-Петербургский Амортизаторный Завод «ПЛАЗА»: [Электронный ресурс]. СПб., 2004-2013. URL: <http://www.plaza.spb.ru>
2. Интернет магазин тюнинг ВАЗ: [Электронный ресурс]. М., 2008-2013. URL: <http://www.clubturbo.ru>
3. Конструкция и строение автомобилей: [Электронный ресурс]. М., 2011-2012. URL: <http://www.autoustroistvo.ru>
4. АвтоМастер: [Электронный ресурс]. М., 2006 – 2013. URL: <http://www.amastercar.ru>
5. Автодела: [Электронный ресурс]. М., 2008-2013. URL: <http://www.autodela.ru>